

Секция 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

УДК 621.311

КАБЕЛИ С ПЛАСТМАССОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

Шкляр И.Л.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент КРАСЬКО А.С.

Силовые провода с пластмассовой изоляцией отличаются видами пластмассовой изоляции (ПВХ – поливинилхлоридный пластикат, обозначается в марке буквой «В»; ПЭ – полиэтилен и его модификации, обозначается буквой «П»), ее толщинами, а также видами и типами токопроводящих жил.

Пластмассовая изоляция не нуждается в защите от действия света, влаги и устойчива к легким механическим воздействиям, поэтому большинство силовых проводов изготавливают без оболочки и защитных покрытий.

Поливинилхлоридные пластикаты – смесь поливинилхлоридной смолы с пластификаторами, стабилизаторами и другими добавками. Пластификаторы придают материалу пластичность и облегчают процесс его переработки, но уменьшают его химическую стойкость, нагревостойкость и электроизоляционные свойства. В изоляционные ПВХ пластикаты вводят антиоксиданты, обеспечивающие длительное сохранение высокого удельного электрического сопротивления, гибкости при низких температурах и нагревостойкости. Для получения цветного ПВХ пластиката в него вводят окрашивающие добавки, главным образом пигментные красители. ПВХ пластикат изготавливается по ГОСТ 5960-72.

Полиэтиленовая изоляция изготавливается на основе полиэтиленов низкой плотности и полиэтиленов высокой плотности по ГОСТ 16336-77 со стабилизаторами и другими добавками.

Полиэтилен инертен к большей части агрессивных сред: при комнатной температуре не растворим ни в одном из известных растворителей. При 70 °С и выше полиэтилен растворяется в четыреххлористом углероде, хлороформе, толуоле и ксилоле. Некоторые органические сильнополярные жидкости могут вызвать его растрескивание. Добавка бутилкаучука или полиизобутилена к полиэтилену повышает его стойкость к растрескиванию.

Электрическая прочность для полиэтиленовых изоляций толщиной 1 мм при частоте 50 Гц составляет 35–40 кВ/мм.

Длительно допустимая температура нагрева токопроводящих жил шнуров и проводов с полиэтиленовой и поливинилхлоридной изоляцией составляет до 70 °С.

Провода и шнуры с ПВХ изоляцией или с ПВХ изоляцией и оболочкой исполнения У1 обладают холодостойкостью до (-40 ± 2) °С, провода остальных исполнений – до (-15 ± 2) °С.

Преимущества. Несколько облегчить ситуацию призваны кабели нового поколения, использующие в качестве изоляции сшитый полиэтилен (СПЭ), у которых есть неоспоримые преимущества по отношению к кабелям с бумажной пропитанной изоляцией (КБПИ). К основным преимуществам кабелей с пластмассовой изоляцией (КПИ) можно отнести:

– значительные строительные длины, что сокращает количество соединительных муфт и за счет нивелирования человеческого фактора на стадии монтажа косвенно повышает надежность эксплуатации КЛ;

– повышенная пропускная способность за счет увеличения сечения токопроводящей жилы кабеля однофазного исполнения до 630–1000 мм² и более высокой (на 15–20 %) токовой нагрузки, обусловленной допустимой рабочей температурой СПЭизоляции до 90 °С;

– высокая скорость монтажа и ремонтпригодность КПИ при использовании кабельной арматуры на основе термоусаживаемых композитных материалов;

– низкая допустимая температура при прокладке без предварительного подогрева, возможность прокладки на трассах с неограниченной разностью уровней и более экологичный монтаж и эксплуатация (за счет отсутствия свинца, масла, битума).

Недостатки. Опыт эксплуатации КБПИ в отечественных РКС, а также мониторинг различных аномальных режимов эксплуатации в городских кабельных сетях Барнаула и Новосибирска показал, что электрический пробой изоляции при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) в 60–70 % случаев самоликвидируется и эксплуатационный персонал эти аварийные режимы не фиксирует. Высокая «живучесть» КБПИ обусловлена спецификой диэлектрической среды. В рассматриваемом случае перемежающаяся дуга горит в замкнутом объеме изоляции в месте возникновения ОЗЗ и в зависимости от величины емкостного тока замыкания на землю, скорости восстановления электрической прочности в месте горения дуги и восстанавливающегося напряжения (зависящего от параметров сети) аварийный режим может самоликвидироваться.

Иная картина будет иметь место при внедрении в распределительную сеть КПИ. При электрическом пробое твердого диэлектрика кабель не сможет восстановить свою электрическую прочность, и любое ОЗЗ будет приводить к устойчивому аварийному режиму. В этом случае эксплуатационному персоналу каждое возникновение ОЗЗ в изоляционной системе КЛ необходимо будет устранять. Таким образом, наряду с неоспоримыми преимуществами КПИ имеют существенный недостаток, заключающийся в отсутствии эффекта самозалечивания СПЭизоляции. Именно это обстоятельство необходимо принимать во внимание, заблаговременно предусмотреть и создать такие условия эксплуатации КПИ, которые минимизировали бы их каскадный выход из строя.

Примеры марок кабелей с пластмассовой изоляцией:

– ВВГз – кабель силовой для стационарной прокладки на напряжение до 35 кВ, с пластмассовой изоляцией ГОСТ 16442-80 (рисунок 1);

– ПвВГнг – кабель силовой для стационарной прокладки на напряжение до 35 кВ, с пластмассовой изоляцией ГОСТ 16442-80 (рисунок 2).

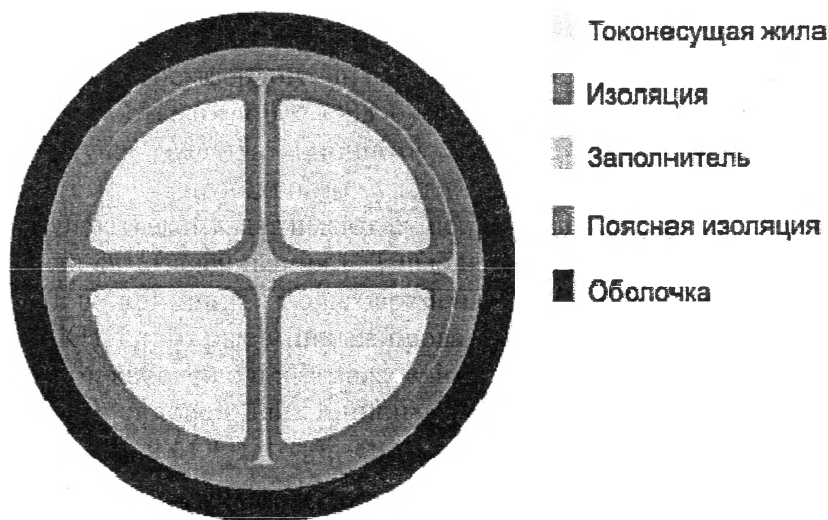


Рис. 1

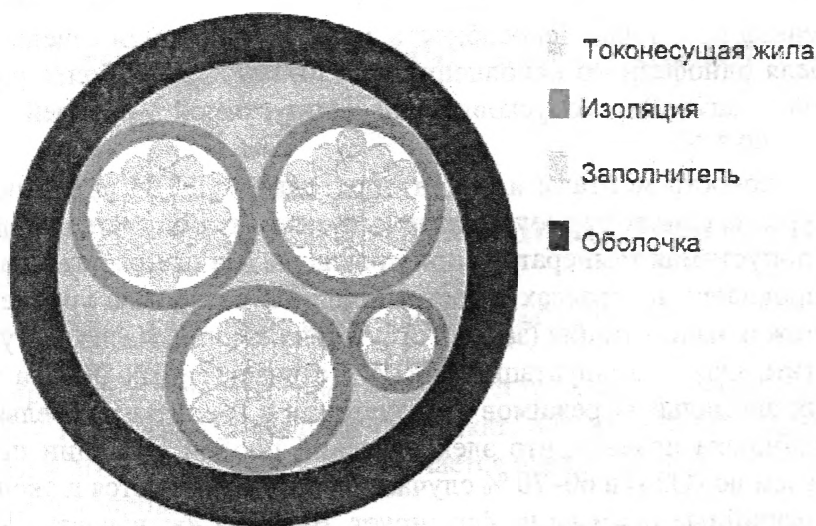
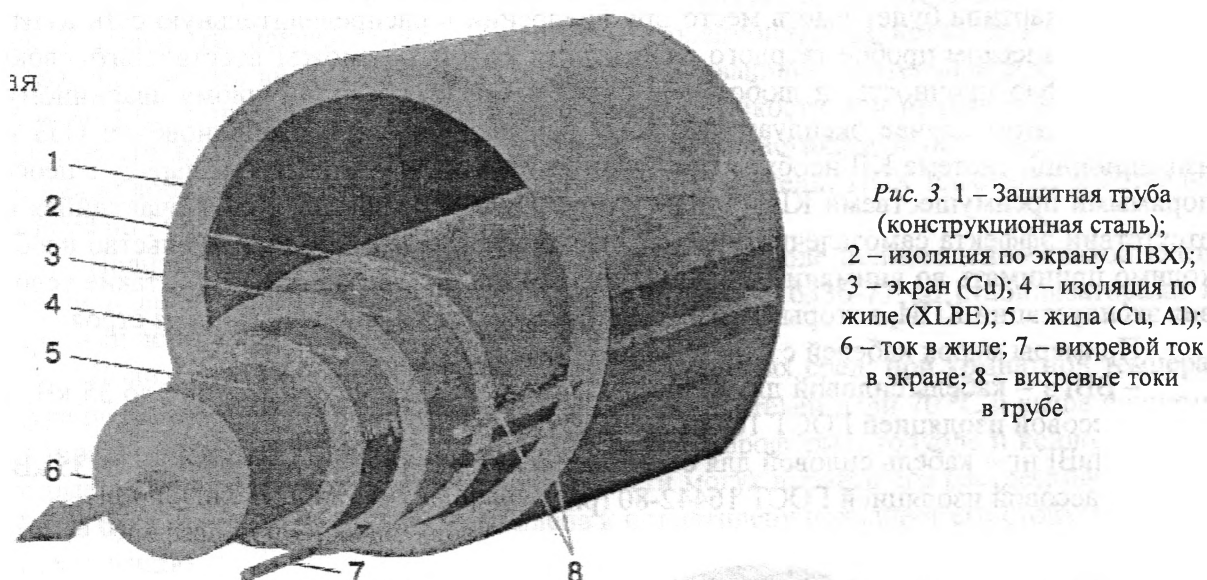


Рис. 2

На рисунке 3 показаны направления токов в металлических элементах конструкции при пофазной прокладке кабеля в трубе.



В условиях рыночных отношений, а также физического и морального износа отечественного кабельного парка одной из главных задач системы электроснабжения потребителей является сохранение ее устойчивого функционирования. Эта задача может быть решена при техническом перевооружении РКС на основе внедрения современных видов электрооборудования и кабелей нового поколения с улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими показателями.

При поэтапном внедрении в РКС кабелей новых конструкций нельзя чисто механически подходить к замене кабелей с бумажной пропитанной изоляцией на кабели с пластмассовой изоляцией. Повышение эксплуатационной надежности КПИ должно рассматриваться с позиций системного подхода, когда на стадии проектирования и эксплуатации новых и реконструкции существующих электросетевых объектов следует учитывать основные факторы, определяющие эксплуатационную надежность КПИ. В частности, необходимо обратить внимание на:

- оптимальный выбор режима заземления нейтрали;

- предотвращение возникновений в сети высокочастотных перенапряжений при коммутациях вакуумными выключателями;
- рациональный выбор способов прокладки КПИ и сечения экранов;
- необходимость комплексной диагностики технического состояния КПИ и выбор оптимальных (неразрушающих) параметров профилактических испытаний.

Литература

1. Кадомская К.П., Качесов В.Е., Лавров Ю.А., Овсянников А.Г., Сахно В.В. Диагностика и мониторинг кабельных сетей среднего напряжения // Электротехника. – 2000. – № 11. – С. 48–51.
2. ТУ 16.К71-335-2004. Кабели силовые с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10, 20, 35 кВ. Технические условия. – ОАО ВНИИКП.
3. Кадомская К.П., Кандаков С.А., Лавров Ю.А. Подводные кабельные линии. Экологические аспекты проектирования // Новости электротехники. – 2006. – № 4. – С. 88–91.
4. Кадомская К.П., Лавров Ю.А., Кандаков С.А. К вопросу об условиях прокладки кабелей с пластмассовой изоляцией в электрических сетях среднего напряжения // Новости электротехники. – 2006. – № 6. – С. 54–57.
5. РУКАВ/ID 23-2-019. Инструкция по прокладке кабелей силовых с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10, 20 и 35 кВ. – АВВ-Москабель.
6. Кадомская К.П., Лавров Ю.А., Хорошева О.М. Анализ эффективности мер по ограничению токов в экранах при коротких замыканиях высоковольтных кабелей с пластмассовой изоляцией // Электротехника. – 1988. – № 12. – С. 2–5.
7. Кадомская К.П., Лавров Ю.А., Хорошева О.М. Анализ величин токов, протекающих по экранам кабелей высокого напряжения с пластмассовой изоляцией в нормальных и аварийных режимах // Электротехника. – 1989. – № 1. – С. 19–23.
8. СО 34.45.-51.300-97 (РД 34.45-51.300-97). Объем и нормы испытаний электрооборудования. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

УДК 611.311

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ РАСЩЕПЛЕННЫХ ПРОВОДОВ ГИБКИХ ШИН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Лешкович Н.П.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор СЕРГЕЙ И.И.

Расчет электродинамической стойкости расщепленных проводов РУ заключается в проверке их схлестывания и механической прочности. Для этого нужно определить наибольший размах колебаний проводов и максимальные механические усилия в проводах фазы. Экспериментально подтверждено, что траектории движения расщепленных фаз при КЗ аналогичны движению одиночных проводов с эквивалентными массами. Основываясь на этом выводе, наибольший размах колебаний расщепленной фазы, а также максимальные механические усилия вычисляются с помощью алгоритма, основанного на представлении фазы одиночным эквивалентным проводом. Особенностью поведения расщепленной фазы при КЗ является то, что на взаимодействие фаз гибкой шинковки накладывається взаимодействие составляющих их проводов. В результате провода расщепленной фазы под действием результирующих ЭДУ двигаются по разным траекториям, и как показывают экспериментальные данные, в ряде случаев происходит их схлестывание. При достаточно больших токах КЗ схлестывание проводов происходит на большей части пролета. В момент максимального стягивания проводов в точке под действием внутрифазных ЭДУ происходит значительное увеличение тяжести фазы. Стягивание проводов фазы при КЗ на большей части пролета обуславливает